


DEVICE AND METHOD FOR ALIGNMENT, AND ALIGNER

Patent number: JP2002184665
Publication date: 2002-06-28
Inventor: KAWAGUCHI TORU
Applicant: NIKON CORP
Classification:
- international: H01L21/027; G03F9/00; H01L21/68
- european:
Application number: JP20000379174 20001213
Priority number(s):

Also published as:

 JP2002184665 (A)**Abstract of JP2002184665**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for alignment, in which the space is economized using simple constitution and throughput lowering is avoided, and to provide an aligner.

SOLUTION: The pre-alignment system PAS comprises light sources 1a-1c that respectively emit light fluxes, prisms 2a-2c, that are respectively arranged at positions facing the light sources 1a-1c, sandwiching a wafer W between and that respectively bend the light fluxes from the light sources 1a-1c to respectively irradiates a plurality of edge parts e1-e3 of the wafer W, and detector units 3a-3c that respectively detect the edge parts e1-e3, based on the light fluxes via the edge parts 1a-1c of the wafer W. The wafer W is positioned, based on the information of the positions of the edge parts e1-e3 detected by the detector units 3a-3c.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-184665
(P2002-184665A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 9/00	H 5 F 0 3 1
G 0 3 F 9/00		H 0 1 L 21/68	M 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/68		21/30	5 2 5 W
			5 2 0 A
			5 2 5 X
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 18 頁)			

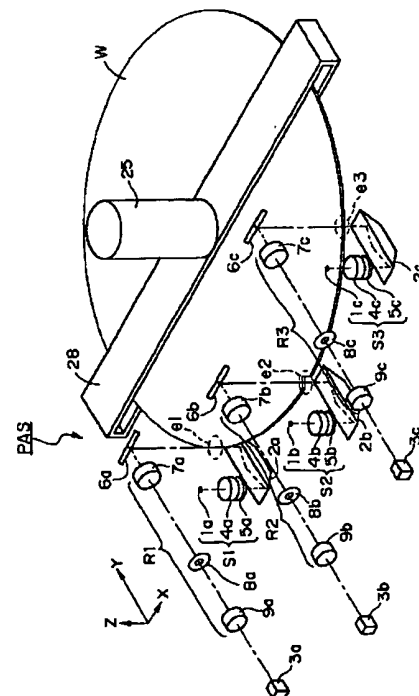
(21) 出願番号	特願2000-379174 (P2000-379174)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成12年12月13日 (2000. 12. 13)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(72) 発明者	川口 透
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武 (外5名)
		Fターム (参考)	5F031 CA02 CA05 HA13 JA03 JA04 JA17 JA34 JA35 JA36 JA38 JA50 KA13 KA14 LA08 MA27 5F046 DB05 DB10 FC04 FC06 FC08

(54) 【発明の名称】 アライメント装置及びアライメント方法、露光装置

(57) 【要約】

【課題】 簡易な構成で省スペース化され且つスループット低下が回避されたアライメント装置及びアライメント方法、露光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 プリアライメント系PASは、光束を射出する光源1a~1cと、基板Wを挟んで光源1a~1cと対向する位置に配置され、光源1a~1cからの光束を折り曲げて基板Wの複数のエッジ部e1~e3にこの光束をそれぞれ照射するプリズム2a~2cと、基板Wの複数のエッジ部e1~e3を介した光束に基づいて複数のエッジ部e1~e3を検出する検出部3a~3cとを備えており、検出部3a~3cで検出した複数のエッジ部e1~e3の位置情報に基づいて、基板Wを位置決めする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を所定位置に対して光学的に位置決めするアライメント装置において、アライメント用光束を射出する照明部と、前記基板を挟んで前記照明部と対向する位置に配置され、前記照明部からの前記光束を折り曲げて前記基板の複数のエッジ部に該光束をそれぞれ照射する光路折り曲げ部と、前記基板の複数のエッジ部を介した前記光束に基づいて前記複数のエッジ部を検出する検出部とを備え、前記検出部で検出した前記複数のエッジ部の位置情報に基づいて、前記基板を前記所定位置に対して位置決めすることを特徴とするアライメント装置。

【請求項2】 請求項1に記載のアライメント装置において、前記照明部は前記基板の上方位置に配置され、前記光路折り曲げ部は前記基板の下方位置に配置されていることを特徴とするアライメント装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のアライメント装置において、前記光路折り曲げ部は少なくとも2面の反射面を有していることを特徴とするアライメント装置。

【請求項4】 請求項1～3の何れかに記載のアライメント装置において、前記光路折り曲げ部はプリズムを有していることを特徴とするアライメント装置。

【請求項5】 請求項4に記載のアライメント装置において、前記プリズムは少なくとも1面の全反射面を有していることを特徴とするアライメント装置。

【請求項6】 請求項1～5の何れかに記載のアライメント装置において、前記照明部から前記検出部へ向かう光路上に、前記光束を拡散させる拡散部を備えることを特徴とするアライメント装置。

【請求項7】 基板を所定位置に対して光学的に位置決めするアライメント方法において、前記基板の上方位置から、該基板の下方位置に配置されている光路折り曲げ部に向かってアライメント用光束を照射し、前記光路折り曲げ部からの前記光束を、前記基板の下方位置から該基板の複数のエッジ部にそれぞれ照射し、前記基板の複数のエッジ部を介した前記光束に基づいて前記複数のエッジ部を検出し、該検出した前記複数のエッジ部の位置情報に基づいて前記基板を前記所定位置に対して位置決めすることを特徴とするアライメント方法。

【請求項8】 所定のパターンをステージ上に載置される感光性基板へ露光する露光装置において、前記感光性基板の位置を光学的に検出する基板位置検出

装置を備え、
該基板位置検出装置は、

アライメント用光束を射出する照明部と、
前記感光性基板を挟んで前記照明部と対向する位置に配置され、前記照明部からの前記光束を折り曲げて前記感光性基板の複数のエッジ部に該光束をそれぞれ照射する光路折り曲げ部と、
前記感光性基板の複数のエッジ部を介した前記光束に基づいて前記複数のエッジ部を検出する検出部とを備え、
前記検出部で検出した前記複数のエッジ部の位置情報に基づいて、前記感光性基板を位置決めすることを特徴とする露光装置。

【請求項9】 請求項8に記載の露光装置において、前記感光性基板を上方から保持する搬送アームを備えており、
前記照明部は前記感光性基板の上方位置に配置され、前記光路折り曲げ部は前記感光性基板の下方位置に配置されており、
前記感光性基板を前記搬送アームで保持した状態で、少なくとも1方向に関する前記感光性基板の位置決めを行うことを特徴とする露光装置。

【請求項10】 請求項8又は9に記載の露光装置において、
前記検出部で検出した前記複数のエッジ部の位置情報のうち少なくとも1方向の位置情報を前記ステージの位置情報のオフセットとすることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板を位置決めするアライメント装置及びアライメント方法、及び露光装置に関するものであり、特に、感光性基板を露光用ステージに搬入する際に大まかな位置決めをするためのプリアライメント装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体デバイスや液晶表示デバイスをリソグラフィ技術を用いて製造する際に、パターンが形成されたマスクに露光用照明光（露光光）を照明し、このマスクのパターンの像を投影光学系を介してフォトリソ等感光剤が塗布された半導体ウエハやガラスプレート等の感光性基板上に投影露光する露光装置が用いられている。このような露光装置においては、感光性基板は基板搬送系により露光用ステージに搬入されて載置されるが、感光性基板は露光用ステージに搬入される前に大まかな位置決め動作（プリアライメント）を施される。

【0003】感光性基板をプリアライメントするプリアライメント装置としては、例えば特開平10-64979号公報に開示されている技術がある。これは、露光用ステージ上に複数の照明部を設けておき、ステージから基板ホルダを貫通してピン部材を突出させ、基板ホルダ

と感光性基板とを離間した状態で照明部より感光性基板の複数のエッジ部に照明光をそれぞれ照明し、エッジ部を介した光束に基づいてエッジ部を光学的に検出し、感光性基板とステージとの相対的な位置決めを行うものである。

【0004】このような構成においては、基板ホルダにピン部材を貫通させるための穴を設ける必要があるが、基板ホルダが感光性基板を吸着保持した際、この穴及び穴周辺においては感光性基板を吸着することができないので、感光性基板の平面度が悪化する。また、基板ホルダ内に昇降するピン部材を設ける構成では、基板ホルダを支持する基板ステージの機構が複雑化して、大型化するという不都合がある。さらに、感光性基板は基板搬送系からステージに対して直接渡され、ブリアライメント動作を露光用ステージ上で施される。したがって、露光処理とブリアライメント動作とが同時に行えず、スループットが低下する。

【0005】そこで、特開平11-219999号公報に開示される技術では、感光性基板を保持して昇降する搬入用アームを設け、この搬入用アームで保持した状態で感光性基板のエッジ部に照明部より照明光を照射し、光学的にブリアライメントを行っている。こうすることにより、基板ホルダには穴が開けられず、ステージ上において感光性基板の平面度を損なうことがない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記技術においては、照明部は搬入用アームの下方に設けられており、感光性基板のエッジ部を下方から照明し、感光性基板の上方に設けた受光部でエッジ部を介した光束を受光する。この場合、ブリアライメント動作終了後、照明部が搬入用アームの下方に存在していると、感光性基板をステージに載置できないので、この照明部は搬入用アームの下方（感光性基板の底面側）に対して出し入れ可能に設けられている。具体的には、ブリアライメント動作及びその後の露光動作は、搬入用アームに保持された感光性基板の下方に照明部を移動し、感光性基板のエッジ部の光学的検出を行った後、照明部を感光性基板の下方から退避させ、次いで、露光用ステージを搬入用アームに保持された感光性基板の下方に移動し、搬入用アームを下降して感光性基板をステージに載せ、感光性基板を載置したステージを投影光学系の下方に移動し、ファインアライメント処理後、露光処理する。このように、感光性基板の受け渡し位置においては、下から順に、露光用ステージ、照明部出し入れ駆動機構、基板搬送系（搬入用アーム）、ブリアライメント機構（受光部）が積み重なるように配置されることとなり、高さ方向において装置が密集し、装置全体の構成にスペースを確保するための制限を与えかねない。また、逆に、装置の全体構成が決定している場合、露光用ステージ、基板搬送系、ブリアライメント機構にスペースの制約が加わるといった

不都合が生じる恐れがある。

【0007】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、簡易な構成で省スペース化され且つスループット低下が回避されたアライメント装置及びアライメント方法、及び露光装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため本発明は、実施の形態に示す図1～図17に対応付けた以下の構成を採用している。本発明のアライメント装置（PAS）は、基板（W）を所定位置に対して光学的に位置決めするアライメント装置において、アライメント用光束を射出する照明部（1：1a～1c）と、基板（W）を挟んで照明部（1）と対向する位置に配置され、照明部（1）からの光束を折り曲げて基板（W）の複数のエッジ部（e：e1～e3）にこの光束をそれぞれ照射する光路折り曲げ部（2：2a～2c）と、基板（W）の複数のエッジ部（e）を介した光束に基づいて複数のエッジ部（e）を検出する検出部（3：3a～3c、PC、CONT）とを備え、検出部（3、PC、CONT）で検出した複数のエッジ部（e）の位置情報に基づいて、基板（W）を所定位置に対して位置決めすることを特徴とする。このとき、照明部（1）は基板（W）の上方位置に配置され、光路折り曲げ部（2）は基板（W）の下方位置に配置されていることを特徴とする。

【0009】本発明のアライメント方法は、基板（W）を所定位置に対して光学的に位置決めするアライメント方法において、基板（W）の上方位置から、この基板（W）の下方位置に配置されている光路折り曲げ部（2）に向かってアライメント用光束を照射し、光路折り曲げ部（2）からの光束を、基板（W）の下方位置からこの基板（W）の複数のエッジ部（e）にそれぞれ照射し、基板（W）の複数のエッジ部（e）を介した光束に基づいて複数のエッジ部（e）を検出し、この検出した複数のエッジ部（e）の位置情報に基づいて基板（W）を所定位置に対して位置決めすることを特徴とする。

【0010】本発明によれば、基板（W）を挟んで、アライメント用光束を射出する照明部（1）と対向する位置に光路折り曲げ部（2）を設けたことにより、照明部（1）からの光束を光路折り曲げ部（2）に向かって照射し、この光路折り曲げ部（2）からの光束を基板（W）の複数のエッジ部（e）に照射し、このエッジ部（e）を介した光束に基づいて複数のエッジ部（e）の位置情報を検出部（3、PC、CONT）によって検出することにより、ブリアライメント動作を行うことができる。そして、光路折り曲げ部（2）を、基板（W）を挟んで照明部（1）と対向する位置に配置したことにより、照明部（1）と検出部（3）とを双方とも基板（W）に対して同じ側に、つまり基板（W）の上方位置

に配置することができる。したがって、簡易な構成で省スペース化を実現することができる。また、アライメント動作を露光ステージ上では行わないので、スループット低下を回避することができる。

【0011】光路折り曲げ部(2)は少なくとも2面の反射面(r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4)を有しているので、光路折り曲げ部(2)自体の高さ方向のサイズを抑えることができる。したがって、装置全体の省スペース化を実現することができる。

【0012】光路折り曲げ部(2)はプリズムを有しており、このプリズムを用いて光束を安定してエッジ部に照射することができる。

【0013】このとき、プリズム(2)は少なくとも1面の全反射面(r_2)を有しているので、プリズム(2)自体の高さ方向のサイズを抑えることができ、装置全体の省スペース化を実現することができる。なお、この全反射面(r_2)を構成する光学部材(材質)に応じた全反射の条件を満たす角度で光束が入射するように、プリズムをはじめとする光路折り曲げ部(2)を構成する光学部材の配置を予め設定しておく。

【0014】照明部(1)から検出部(3)へ向かう光路上に、光束を拡散させる拡散部(5)を備えたことにより、例えば、照明部(1)からの光束が平行光であっても、この光束を所定の開口数NAを有する光束に変換し、基板(W)のエッジ部(e)の像を形成することができる。

【0015】本発明の露光装置(EX)は、所定のパターンをステージ(WST)上に載置される感光性基板(W)へ露光する露光装置において、感光性基板(W)の位置を光学的に検出する基板位置検出装置(PAS)を備え、この基板位置検出装置(PAS)は、アライメント用光束を射出する照明部(1)と、感光性基板(W)を挟んで照明部(1)と対向する位置に配置され、照明部(1)からの光束を折り曲げて感光性基板(W)の複数のエッジ部(e)にこの光束をそれぞれ照射する光路折り曲げ部(2)と、感光性基板(W)の複数のエッジ部(e)を介した光束に基づいて複数のエッジ部(e)を検出する検出部(3、PC、CONT)とを備え、検出部(3、PC、CONT)で検出した複数のエッジ部(e)の位置情報に基づいて、感光性基板(W)を位置決めすることを特徴とする。

【0016】本発明によれば、感光性基板(W)を挟んで、アライメント用光束を射出する照明部(1)と対向する位置に光路折り曲げ部(2)を設けたことにより、照明部(1)からの光束を光路折り曲げ部(2)に向かって照射し、この光路折り曲げ部(2)からの光束を感光性基板(W)の複数のエッジ部(e)に照射し、このエッジ部(e)を介した光束に基づいて複数のエッジ部(e)の位置情報を検出部(3、PC、CONT)によって検出することにより、感光性基板(W)の位置検出

及び位置決め動作を行うことができる。そして、光路折り曲げ部(2)を、感光性基板(W)を挟んで照明部(1)と対向する位置に配置したことにより、照明部(1)と検出部(3)とを双方とも感光性基板(W)の上方位置に配置することができるので、簡易な構成で省スペース化を実現することができる。また、位置決め動作を露光ステージ(WST)上では行わないので、スループット低下を回避することができる。

【0017】前記露光装置(EX)において、感光性基板(W)を上方から保持する搬送アーム(28)を備えており、照明部(1)は感光性基板(W)の上方位置に配置され、光路折り曲げ部(2)は感光性基板(W)の下方位置に配置されており、感光性基板(W)を搬送アーム(28)で保持した状態で、少なくとも1方向に関する感光性基板(W)の位置決めを行うので、位置決め動作を効率良く行うことができるとともに、位置決め後の感光性基板(W)を精度良く露光処理することができる。

【0018】前記露光装置(EX)において、検出部(3、PC、CONT)で検出した複数のエッジ部(e)の位置情報のうち少なくとも1方向の位置情報をステージ(WST)の位置情報のオフセットとすることで、感光性基板(W)の任意の領域に対して精度良く露光処理を行うことができる。

【0019】なお、請求項9に記載の露光装置(EX)において、前記少なくとも1方向は前記ステージ(WST)の前記感光性基板(W)載置面の法線方向を軸とする回転方向(θz 方向)であることが好ましい。また、前記少なくとも1方向は、前記 θz 方向及び前記感光性基板(W)載置面の面内方向(XY方向)であることが好ましい。

【0020】また、請求項10に記載の露光装置(EX)において、前記少なくとも1方向の位置情報は前記ステージ(WST)の前記感光性基板(W)載置面の面内方向(XY方向)であることが好ましい。また、前記少なくとも1方向は、前記感光性基板(W)載置面の面内方向、及び前記感光性基板(W)載置面の法線方向を軸とする回転方向(θz 方向)であることが好ましい。

【0021】また、本発明は、基板(W)の位置を光学的に検出する基板位置検出装置(PAS)であって、アライメント用光束を射出する照明部(1)と、前記基板(W)を挟んで前記照明部(1)と対向する位置に配置され、前記照明部(1)からの前記光束を折り曲げて前記基板(W)の複数のエッジ部(e)に該光束をそれぞれ照射する光路折り曲げ部(2)と、前記基板(W)の複数のエッジ部(e)を介した前記光束に基づいて前記複数のエッジ部(e)を検出する検出部(3、PC、CONT)とを備え、前記検出装置(3、PC、CONT)で検出した前記複数のエッジ部(e)の位置情報に基づいて、前記基板(W)の位置を検出することの特徴

とする基板位置検出装置である。

【0022】上記基板位置検出装置(PAS)において、前記照明部(1)は前記基板(W)の上方位置に配置され、前記光路折り曲げ部(2)は前記基板(W)の下方位置に配置されていることが好ましい。また、上記何れかに記載の基板位置検出装置(PAS)において、前記光路折り曲げ部(2)は少なくとも2面の反射面($r1 \sim r4$)を有していることが好ましい。

【0023】また、上記何れかに記載の基板位置検出装置(PAS)において、前記光路折り曲げ部(2)はプリズムを有していることが好ましい。該プリズムを有する基板位置検出装置においては、前記プリズムは少なくとも1面の全反射面($r2$)を有していることが好ましい。

【0024】また、上記何れかに記載の基板位置検出装置(PAS)において、前記照明部(1)と前記検出部(3)との間の光路中に配置されて、前記照明部(1)からの光束を拡散させる拡散部(5)を備えていることが好ましい。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明のアライメント装置及びアライメント方法、露光装置について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明のアライメント装置PASを備えた露光装置EX全体の概略構成図である。

【0026】図1において、露光時には、水銀ランプ、又はエキシマレーザ光源等の露光光源、この露光光源からの露光光の光量を制御するND可変フィルタ等の減光器、その露光光の照度分布を均一化するためのオプティカル・インテグレータ(フライアイレンズ、又はロッドレンズ等)、照明領域を規定する視野絞り、及びコンデンサレンズ系等からなる照明光学系ILより、レチクルR(マスク)上の矩形の照明領域に対して露光光ELが照射される。露光光ELとしては、水銀ランプのg線(波長436nm)、h線(波長405nm)、i線(波長365nm)、KrF(波長248nm)、ArF(波長193nm)、若しくはF₂(波長157nm)等のエキシマレーザ光、又は軟X線等が使用可能である。

【0027】そして、露光光ELのもとで、レチクルRに形成されているパターン像が、投影光学系PLを介して投影倍率 β (β は $1/5$ 、 $1/4$ 等)で、ウエハ(感光性基板)W上の露光対象のショット領域上の矩形の露光領域EA(図2参照)に投影される。ウエハWの表面にはレジストが塗布されており、照明光学系IL内にはレジストに対する露光量を間接的にモニタする計測系が備えられている。この計測系の計測結果、及び装置全体の動作を制御するコンピュータよりなる主制御系CONTの制御情報に基づいて、露光光源の出力、又は減光器の減光率等が制御されて露光光ELの照度、ひいてはレジストに対する露光量が適正化される。なお、露光

量はウエハWの走査速度、及び露光領域EAの走査方向の幅にも依存している。

【0028】以下、投影光学系PLの光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図1の紙面に平行(非走査方向)にX軸を取り、図1の紙面に垂直(走査方向)にY軸を取って説明する。レチクルRはレチクルステージRST上に真空吸着によって保持され、レチクルステージRSTは、Y方向に連続移動すると共に、X方向、Y方向、回転方向(θ_z 方向)に微動可能となっている。レチクルステージRSTの位置は不図示のレーザ干渉計を用いて計測され、この計測結果に基づいて、主制御系CONTがレチクルステージRST上のレチクルRの走査方向、及び位置決め動作を制御する。

【0029】一方、露光中のウエハWは所定の厚さの円板状のウエハホルダWH上に真空吸着によって保持されており、このウエハホルダWHがウエハステージWST上に固定され、ウエハステージWSTは、定盤よりなるウエハベースWBに支持されている。ウエハWのZ方向(光軸AX方向)の位置は、多点斜入射方式のオートフォーカスセンサ(不図示)によって計測され、この計測結果はステージ制御系WCに出力される。ステージ制御系WCは、そのオートフォーカスセンサの検出結果に基づいて、露光領域EA内でウエハWの表面のフォーカス位置及び傾斜角が投影光学系PLの結像面に合致するようにオートフォーカス方式及びオートレベリング方式でウエハステージWST内の3箇所のZ駆動部(不図示)の動作を制御する。

【0030】また、図1において、ウエハステージWSTのX方向、Y方向の側面もそれぞれ移動鏡としての鏡面に加工され、これらの鏡面にレーザ干渉計18より複数軸のレーザビームが照射されている。レーザ干渉計18はウエハステージWSTのX座標、Y座標、及び回転角等を計測し、この計測値をステージ制御系WC、及び主制御系CONTに出力する。ステージ制御系WCは、レーザ干渉計18の計測値、及び主制御系CONTからの制御情報に基づいてウエハステージWSTのX方向、Y方向への動作を制御する。ウエハステージWSTは、例えばリニアモータ方式で、ウエハベースWB上をX方向、Y方向に連続移動、及びステップ移動する。

【0031】そして、ウエハWに対する露光時には、ウエハW上の一つのショット領域への露光処理が終了した後に、ウエハステージWSTをステップ移動することによって、ウエハW上の次のショット領域が投影光学系PLによる露光領域EAの手前に移動される。その後、レチクルステージRST及びウエハステージWSTを駆動して、レチクルRとウエハWとを、投影倍率 β を速度比として投影光学系PLに対して同期走査して露光光ELを照射するという動作が、ステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハW上の各ショット領域への走査露光が行われる。

【0032】このような露光が重ね合わせ露光である場合には、予めウエハW上の各ショット領域とレチクルRのパターンの像とのアライメントを高精度に行っておく必要がある。更に、投影光学系PLの結像特性等も高精度に計測して、可能であれば補正しておく必要がある。そのアライメントを行うために、レチクルRの上方にはレチクルアライメント顕微鏡（不図示）が配置され、投影光学系PLのX方向の側面部には、オフ・アクシス方式で画像処理方式によりウエハWのアライメントを行うアライメントセンサ19が設置されている。アライメントセンサ19は、ウエハW上の被検マークを照明する照明系、その被検マークの像を形成する拡大結像系、及びその像を撮像するCCD型等の2次元の撮像素子を備えている。その撮像素子からの画像信号は主制御系CONTに出力され、ウエハWのアライメント時に主制御系CONTは、その画像信号を処理して所定の検出中心に対する被検マークのX方向、Y方向への位置ずれ量を求める。主制御系CONTにはウエハW側のレーザ干渉計18で計測されるウエハステージWSTの座標も出力されており、主制御系CONTは、その座標にその被検マークの位置ずれ量を加算することによって、その被検マークのウエハステージWSTの座標系（X，Y）上での座標を算出する。

【0033】また、図3は、図1の投影光学系PLの支持機構等を示し、この図3において、投影光学系PLは、極めて膨張率の小さい材料（インバール等）からなる支持部材48に支持されている。即ち、投影光学系PLのウエハWに最も近い部分のレンズエレメントを保持する先端部PLaが、支持部材48の円筒状の保持部48a内に収納されている。そして、投影光学系PLの先端部PLa、及び支持部材48の保持部48aがそれぞれ図2に点線で示されている。

【0034】この図2は、ウエハステージWSTの座標を計測するレーザ干渉計18のレーザビームの配置等を示し、この図2において、矩形の露光領域EAの中心が投影光学系PLの光軸AXとなっている。また、アライメントセンサ19の円形の検出視野19bの中心が検出中心19aとなっている。検出中心19aは、例えばアライメントセンサ19内の指標マークの中心がアライメント用の撮像素子上に投影された位置であり、本例では検出中心19aと光軸AXとはY軸に平行な同一直線上に配置されている。そして、図1のウエハW側のレーザ干渉計18からウエハステージWSTのX方向の鏡面WSTxに対して、第1のレーザビームLBX1～第5のレーザビームLBX5よりなる5軸のレーザビームがX軸に平行に照射されており、ウエハステージWSTのY方向の鏡面WSTyに対して、第1のレーザビームLBY～第3のレーザビームLBY3よりなる3軸のレーザビームがY軸に平行に照射されている。

【0035】この場合、3軸のレーザビームLBX1～

LBY3はそれぞれダブルパス方式となっており、それぞれを例えば投影光学系PLの側面に設けた参照鏡（不図示）から反射されるレーザビームと干渉させることによって、対応する計測点での変位がシングルパス方式に比べて1/2のより細かい分解能で計測される。そして、X軸の2軸のレーザビームLBX1、LBX2の光軸31X、及び1軸のレーザビームLBX4の光軸31AはそれぞれX軸に平行で投影光学系PLの光軸AX、及びアライメントセンサ19の検出中心19aを通る直線上にあり、Y軸の2軸のレーザビームLBY1及びLBY2の光軸31Yは、Y軸に平行でそれらの光軸AX及び検出中心19aを通る直線上にある。

【0036】従って、通常の露光時には、X軸のレーザビームLBX1及びLBX2によって計測される変位の平均値をウエハステージWSTのX座標、Y軸のレーザビームLBY1及びLBY2によって計測される変位の平均値をウエハステージWSTのY座標とすることによって、投影光学系PLの光軸AXを基準としたウエハステージWSTの変位を、ヨーイング量に起因するアップ誤差の無い状態で高精度に計測できる。また、レーザビームLBX1及びLBX2によって計測される変位の差分、又はレーザビームLBY1及びLBY2によって計測される変位の差分より、ウエハステージWSTのヨーイング量を求めることができる。更に、本例では図1より分かるように、レーザ干渉計18からのレーザビームの光路は、Z方向に対してウエハWの表面より下側に所定量（HZ1とする）外れているため、ウエハステージWSTのX軸の周りの傾斜角（走査露光時のピッチング量）、又はY軸の周りの傾斜角（走査露光時のローリング量）が生じると、それぞれウエハステージWSTのY座標、及びX座標にアップ誤差が混入する。

【0037】そこで、このアップ誤差を補正するために、図2において、レーザビームLBY1、LBY2に対してZ方向に間隔HZ2だけずれた位置にレーザビームLBY3が照射されており、このレーザビームLBY3を介して検出されるY座標と、レーザビームLBY1、LBY2を介して検出されるY座標との差分を間隔HZ2で除算することによって、ウエハステージWSTのピッチング量 θ_X が求められる。このピッチング量 θ_X を用いて、図1のステージ制御系WCは、上記のように求められているウエハステージWSTのY座標から $\theta_Y \cdot HZ1$ を差し引くことによって、アップ誤差を補正したY座標を求めている。同様にX軸においても、レーザビームLBX1、LBX2に対してZ方向にずれた位置にレーザビームLBX3が照射されており、この計測値を用いることによってローリング量 θ_Y に起因するアップ誤差が補正されている。

【0038】一方、ウエハWのアライメント時には、X軸のレーザビームLBX4によって計測される変位をウエハステージWSTのX座標とすることによって、アラ

イメントセンサ19の検出中心19aを基準としたウエハステージWSTの変位を、ヨーイング量に起因するアップ誤差の無い状態で高精度に計測できる。この際にも、ウエハステージWSTのローリング量に起因するアップ誤差を補正するために、レーザビームLBX4に対してZ方向に間隔HZ2だけずれた位置にレーザビームLBX5が照射されている。

【0039】また、ウエハステージWST上でウエハホルダWHの周囲に、基準プレート34、空間像計測系35、及び照度むらセンサ36が配置されている。基準プレート34の表面には、アライメントセンサ19用の基準マーク34a、及び図1のレチクルステージRST上のレチクル用の基準マーク34b、34cが形成されており、これらの基準マークを用いることによって、レチクルRのパターン像の中心（本例では光軸AXに合致しているものとする）とアライメントセンサ19の検出中心19aとの間隔であるベースライン量が検出される。また、空間像計測系35としては、例えばナイフエッジ35aを通過した光量を受光する光電センサ等が設けられており、その光電センサの検出信号を処理することによって、投影光学系PLによる投影像のベストフォーカス位置、像質（解像度等）、及びディストーション等の諸収差が計測され、これらの計測結果は主制御系CONTに出力される。更に、照度むらセンサ36によって、矩形の露光領域EA内での露光光の照度分布等が計測される。

【0040】さて、上記のようなアライメント、及び露光を実行するために、ウエハWの交換を行う必要がある。さらに、ウエハWをウエハステージWSTにロードする前に大まかな位置決め（プリアライメント）をする必要がある。以下では、図1の露光装置EXのうち、ウエハステージWST上のウエハホルダWHに対するウエハWの搬入及びウエハホルダWHからのウエハWの搬出を行うためのウエハロード系、ウエハWをプリアライメントするためのプリアライメント系（基板位置検出装置、アライメント装置）PASについて説明する。

【0041】図1において、投影光学系PLの+X方向の側面近傍で、レーザ干渉計18と機械的に干渉しない位置にウエハロード系及びプリアライメント系PASが配置されている。すなわち、投影光学系PLの側面にウエハプリアライメント駆動部24が設置され、このウエハプリアライメント駆動部24の底面に回転上下部25がZ軸に平行に配置され、回転上下部25の下端にウエハロードアーム（搬送アーム）28が固定されている。ウエハロードアーム28はウエハWをウエハステージWSTに搬入するものであって、搬入対象のウエハWを上方から抱えて保持するアームである。ウエハロードアーム28は、回転上下部25によって例えば直動スピンドル方式でZ方向に比較的大きく変位できるとともに、回転上下部25を全体として回転することによって、その

回転中心を軸としてウエハロードアーム28をZ軸まわり（θz方向）に所定の角度範囲で回転できるように構成されている。

【0042】ウエハプリアライメント駆動部24は、図3に示すように、投影光学系PLを支持する支持部材48に固定されている。そして、ウエハプリアライメント駆動部24の底面に回転上下部25を介してウエハロードアーム28がZ方向に移動自在、かつ回転自在に保持されている。

【0043】図3、図4、図5に示すように、ウエハプリアライメント駆動部24の底面で、ウエハロードアーム28に保持されているウエハWに接触しない位置には回転軸46が回転自在に設置され、この回転軸46の下端に複数の光路折り曲げ部2（後述）を支持している光路折り曲げ部支持部45が固定されている。

【0044】ここで、図5、図6を参照しながら、ウエハWの位置を光学的に検出するプリアライメント系（基板位置検出装置、アライメント装置）PASについて説明する。本実施形態では、ウエハWの複数のエッジ部e1～e3を照明し、複数のエッジ部e1～e3を介した検出光に基づいて複数のエッジ部e1～e3を検出し、複数のエッジ部e1～e3の位置情報に基づいてウエハWの位置を光学的に求め、位置決めする。ここで、ロード系からウエハステージWSTへ搬送されるウエハWの切り欠き（ノッチ）の方向や切り欠きの種類、あるいはウエハWのサイズなどの情報は、予め主制御系CONTに入力されている。

【0045】図5、図6に示すように、プリアライメント系PASは、アライメント用光束を射出する複数のプリアライメント用光源（照明部）1（1a～1c）と、ウエハWを挟んで光源1a～1cと対向する位置に配置され、光源1a～1cからの光束を折り曲げてウエハWの複数のエッジ部e（e1～e3）にこの光束をそれぞれ照射する光路折り曲げ部2（2a～2c）と、ウエハWの複数のエッジ部e1～e3を介した光束に基づいて、このウエハWの複数のエッジ部e1～e3をそれぞれ検出する複数の検出器（検出部）3（3a～3c）とを備えている。

【0046】光源1a～1cは、例えばLEDなどによって構成されており、プリアライメント用の照明光（可視光または赤外光）を射出する。光源1a～1cからそれぞれ射出したアライメント用光束は、コリメータレンズ4a～4cにそれぞれ入射する。コリメータレンズ4（4a～4c）のそれぞれは、その前側焦点位置が光源1a～1cのそれぞれとほぼ一致しており、光源1a～1cの光束をほぼ平行光束にし、ウエハWの複数のエッジ部のそれぞれをケーラー照明する。

【0047】コリメータレンズ4a～4cのそれぞれの光路下流側には、アライメント用光束を透過可能な拡散板（拡散部）5（5a～5c）がそれぞれ設けられてい

る。この拡散板5a~5cは、平行平板ガラスの表面を粗く研磨したものであり、光源1a~1cから射出しコリメータレンズ4a~4cを介して供給されたアライメント用光束を透過させることによって拡散し、拡散することによって見かけの光源像の大きさを拡大するものである。ウエハWのエッジ部e1~e3に向かうアライメント用光束は拡散板5a~5cにそれぞれ拡散されることによって、所定の開口数NAを有するようになる。

【0048】そして、光源1a~1c、コリメータレンズ4a~4c、拡散板5a~5cによって、所定の開口数NAを有するアライメント用光束を射出する照明装置S(S1~S3)が構成され、これら照明装置S1~S3は、支持部材48に固定されているブリアライメント駆動部24に設置されている。したがって、ウエハWがウエハロードアーム28に保持された際、これらブリアライメント駆動部24に設けられた光源1a~1c(照明装置S1~S3)は、ウエハWの上方位置に配置されるようになっている。

【0049】ウエハWを挟んで光源1a~1c(照明装置S1~S3)のそれぞれと対向する位置には、光路折り曲げ部2a~2cがそれぞれ配置されている。これら光路折り曲げ部2a~2cはそれぞれプリズムによって構成されている。光路折り曲げ部2a~2cは光路折り曲げ支持部45に支持されている。光路折り曲げ部支持部45は、その端部を回転可能な回転軸46に支持されており、回転軸46の上端はウエハブリアライメント駆動部24に接続している。そして、回転軸46を軸として回転することにより、光路折り曲げ部支持部45は、ウエハロードアーム28に保持されたウエハWの下方位置に対して出し入れされるようになっている。そして、ウエハWのブリアライメント時には、回転上下部25の上昇によってウエハWは保持部48aに近接した位置まで上昇し、その保持部48aの底面から間隔g1の範囲内のウエハWの底面側に、回転軸46の回転によって光路折り曲げ部2a~2cを支持した光路折り曲げ部支持部45が挿入される。ウエハWの底面側に光路折り曲げ部支持部45が挿入されることにより、光路折り曲げ部2a~2cは、ウエハWを挟んで照明装置S1~S3と対向するように、ウエハWの下方位置に配置されるようになっている。なお、光路折り曲げ部支持部45および回転軸46は、3組の光路折り曲げ部2a~2cのそれぞれについて個別に設けても良い。

【0050】図7はアライメント用光束が照射されるウエハWのエッジ部e近傍の側方断面図である。図7に示すように、ウエハWの上方位置から光源1より射出され、コリメータレンズ4、拡散板5を通過したアライメント用光束は、光路折り曲げ部であるプリズム2にそれぞれ入射する。プリズム2はそれぞれ第1面r1、第2面r2、第3面r3を有している。第1面r1は、光源1側から供給される光束を反射する反射面となってい

る。第2面r2は、光源1側から第1面r1へ向かう光束を透過可能であるとともに、第1面r1から所定の角度で入射する光束を全反射する全反射面となっている。第3面r3は、第2面r2からの光束を反射して上方に配置されているウエハWのエッジ部eに供給する反射面となっている。

【0051】図6に戻って、光源1a~1cのそれぞれから射出され、プリズム2a~2cによって折り曲げられた光束は、ウエハWの複数のエッジ部e1~e3を照射した後、偏向ミラー6(6a~6c)に達する。偏向ミラー6a~6cはそれぞれの光束を-Y方向に折り曲げてリレーレンズ系R(R1~R3)に供給する。リレーレンズ系R1~R3はそれぞれ、偏向ミラー6a~6cからの光束が入射される第1リレーレンズ7a~7cと、第1リレーレンズ7a~7cの光路下流側にそれぞれ設けられた開口絞り8a~8cと、開口絞り8a~8cを通過した光束が入射される第2リレーレンズ9a~9cとを備えている。

【0052】リレーレンズ系R1~R3は、アライメント用光束が照射されたウエハWのエッジ部e1~e3の像を検出器3a~3cにそれぞれ形成する。検出器3a~3cは、例えばCCDのような2次元の撮像素子によって構成されている。ここで、第1リレーレンズ7a~7cのそれぞれの後側焦点位置と、第2リレーレンズ9a~9cのそれぞれの前側焦点位置とは、開口絞り8a~8cの位置でほぼ一致するように設定されている。また、第1リレーレンズ7a~7cの前側焦点位置はウエハWのエッジ部e1~e3にそれぞれ一致しており、第2リレーレンズ9a~9cの後側焦点位置は検出器3a~3cにそれぞれ一致している。そして、リレーレンズ系R1~R3を通過した光束は検出器3a~3cの撮像面上にウエハWのエッジ部e1~e3の像をそれぞれ形成する。

【0053】こうして、3つの検出器3a~3cは、検出した3つのエッジ部e1~e3の像に応じた撮像信号をブリアライメント制御系(検出部)PCに出力し、ブリアライメント系制御系PCはこの出力結果を主制御系(検出部)CONTに出力する。主制御系CONTでは、出力された撮像信号を処理し、ウエハWの中心のX座標位置及びY座標位置並びにウエハWのノッチのZ軸まわり(θ z方向)の回転座標位置を算出する。主制御系CONTは、ウエハWをウエハロードアーム28で保持した状態で、ウエハWのノッチのZ軸まわりの回転座標位置に応じて回転上下部25を所定角度だけ回転駆動し、ウエハWの θ z方向に関する位置決めを行う。すなわち、ウエハステージWSTに対するウエハWの回転ずれを補正する。そして、主制御系CONTは、検出器3a~3cにより検出したエッジ部e1~e3の位置情報を用いて算出したウエハWの中心のX座標位置及びY座標位置に応じて露光装置に対するウエハWの中心ずれを

オフセットとしてウエハステージWSTにのせるよう、このオフセット情報をステージ制御系WCに出力する。ウエハロードアーム28によってウエハWをロードされたウエハステージWSTは、露光処理を行うに際し、前記オフセット情報に基づいて、ウエハWを投影光学系PLの投影領域に配置する。このようにして、ウエハWの外形基準による位置合わせ（プリアライメント）が行われる。その後、ウエハロードアーム28からウエハステージWST上のウエハホルダWH上にウエハWが渡されるようになっている。

【0054】次に、ウエハロード系の支持機構、及びウエハアンロードアーム等について説明する。図3において、投影光学系PLを支持する低膨張率の材料からなる支持部材48に、ウエハプリアライメント駆動部24が固定され、ウエハプリアライメント駆動部24の底面に回転上下部25を介してウエハロードアーム28がZ方向に移動自在、かつ回転自在に保持されている。この場合、ウエハロードアーム28に保持されたウエハWは、Z方向において投影光学系PLを保持する保持部48aの底面からウエハホルダWHの上面までの間隔（ $g1 + g2$ ）の範囲で昇降できるように構成されている。

【0055】また、前述したように、光路折り曲げ部支持部45がウエハプリアライメント駆動部24に接続した回転軸46に支持されており、回転軸46を回転することによって、ウエハロードアーム28に保持されるウエハWの下方位置に対して、光路折り曲げ部2を備えた光路折り曲げ支持部45が出し入れされるようになっている。ウエハプリアライメント駆動部24の背面側には、ウエハ搬送機構支持部42が設置され、光路折り曲げ部支持部45の底面からウエハホルダWHの上面までの間隔 $g2$ の範囲内でウエハ搬送機構支持部42にウエハ搬送アーム43、及びウエハステージWSTからウエハWを搬出するためのウエハアンロードアーム38が取り付けられている。ここで、ウエハアンロードアーム38はウエハロードアーム28と同様の構成・形状となっている。

【0056】ウエハ搬送アーム43は、ウエハアンロードアーム38の上方でY軸に平行に形成されたスリット状の開口42aに沿って、不図示の駆動部によってY方向に移動できる。また、ウエハ搬送機構支持部42には開口42aの下側にこの開口42aに平行にスリット状の開口42bが形成され、この開口42bに沿って不図示の駆動部によってY方向に移動自在にウエハアンロードアーム38が支持されている。更に、ウエハアンロードアーム38は、開口42bの幅方向（Z方向）に所定範囲で昇降できるように支持されている。そのウエハ搬送機構支持部42は、投影光学系PLを支持する支持部材48とは別の部材に取り付けられている。このように投影光学系PL及びウエハプリアライメント駆動部24用の支持部材48と、ウエハ搬送機構支持部42とを互

いに異なる部材に固定することによって、ウエハ搬送アーム43、及びウエハアンロードアーム38で発生する振動が、ウエハプリアライメント駆動部24、及び投影光学系PLに伝わることなく、プリアライメント、及び露光時の位置合わせを高精度に行うことができる。

【0057】また、ウエハ搬送機構支持部42の右側に不図示であるが、露光処理前、及び露光処理済みのウエハをレジストのコータデベロッパ等との間で搬送するためのウエハ搬送ラインが設置されている。ウエハ搬送アーム43は、そのウエハ搬送ラインの露光処理前のウエハを開口42aに沿ってウエハロードアーム28まで搬送する役割を果たし、ウエハアンロードアーム38は、ウエハホルダWHから搬出された露光処理後のウエハWを開口42bに沿ってそのウエハ搬送ラインまで搬送する役割を果たしている。更に、そのウエハ搬送ラインからウエハ搬送アーム43にウエハWを受け渡す際には、一例として、そのウエハWはターンテーブル及び位置検出装置（不図示）を介して外形基準で大きめに位置、及び回転角の調整が行われている。このターンテーブル等を用いた位置等の調整を1回目の予備的な位置合わせとみなすと、上記のウエハロードアーム28に保持されたウエハWのプリアライメントは、2回目の予備的な位置合わせとみなすこともできる。

【0058】上記のように、ウエハ搬送アーム43からウエハロードアーム28にウエハWを渡す際には、光路折り曲げ部支持部45は、回転軸46の回転によって受け渡し位置（ウエハロードアーム28とウエハ搬送アーム43との間の位置）から退避している。そして、ウエハロードアーム28を図3の開口42aよりも僅かに低い高さまで降下させた状態で、ウエハ搬送アーム43によってウエハWの中心を回転上下部25の中心まで移動させた後、ウエハロードアーム28を上昇させることによって、ウエハWはウエハロードアーム28に渡される。これらの回転上下部25、回転軸46、ウエハ搬送アーム43、及びウエハアンロードアーム38の動作は図1のロード系制御系RCによって制御されており、ロード系制御系RCは主制御系CONTとの間でタイミング情報の授受等を行っている。

【0059】図4は、本例の露光装置EXにおけるウエハステージWSTとウエハロード系との位置関係を示す平面図である。ウエハロードアーム28は、搬入対象のウエハWを上から抱える構造であり、そのウエハWとの2箇所の接触部には真空吸着でウエハを保持するための吸着部が形成されている。同様に、ウエハアンロードアーム38にも、搬出対象のウエハW（W1）を底面側から真空吸着によって保持するための吸着部が形成されている。さらに、ウエハ搬送アーム43の先端部にもウエハを真空吸着する吸着部が形成されている。そして、図4においてはウエハロードアーム28に保持されたウエ

ハWのプリアライメントが行われ、ウエハ搬送アーム43にはウエハWの次に露光されるウエハW(W2)が保持されている。

【0060】本実施形態では、プリアライメントの結果によっては回転上下部25を介してウエハロードアーム28を θ_z 方向に所定角度だけ回転し、さらにウエハステージWST上にウエハロードアーム28を配置した状態でウエハステージWSTの駆動を行うことがある。

【0061】この構成において、ウエハロードアーム28からウエハホルダWH上にウエハWを渡すには、回転上下部25の中心にウエハホルダWHの中心が合致するようにウエハステージWSTを移動してから、ウエハロードアーム28を降下させて、ウエハステージWSTを移動させればよい。逆に、ウエハホルダWHからウエハアンロードアーム38にウエハWを渡す際には、予めウエハアンロードアーム38の中心を回転上下部25の中心に合致させて、ウエハステージWSTを移動して、ウエハホルダWHの中心を回転上下部25の中心まで移動させた後、ウエハアンロードアーム38を上昇させればよい。

【0062】次に、ウエハWのプリアライメント時の一連の動作について、図8を参照しながら説明する。図8(a)～(f)はそれぞれ投影光学系PLの下部、及びウエハロード系の概略を示している。まず、ウエハロードアーム28を、ウエハアンロードアーム38と機械的に干渉しない高さのウエハ受け取り位置に移動する。この際、光路折り曲げ部2a～2cを支持している光路折り曲げ部支持部45は退避しているものとする。そして、ウエハWを保持したウエハ搬送アーム43をウエハ搬送機構支持部42に沿って+Y方向にウエハ受け取り位置まで移動する。その後、ウエハ搬送アーム43の真空吸着をオフにするとともに、ウエハロードアーム28の吸着部の真空吸着をオンにして、ウエハロードアーム28をZ方向にプリアライメント位置まで上昇させる。これによって、ウエハロードアーム28にウエハWが渡される。

【0063】次いで、回転軸46を介して光路折り曲げ部支持部45をウエハWの底面側に移動して、光路折り曲げ部支持部45に支持されている光路折り曲げ部2a～2cをウエハロードアーム28に保持されているウエハWの下方位置に配置する。そして、プリアライメント駆動部24に支持され、ウエハWの上方位置に配置されている光源1a～1cから、ウエハWの下方位置に配置されている光路折り曲げ部2a～2cに向かってそれぞれアライメント用光束を照射する(図8(a)参照)。

【0064】光源1a～1cから射出し、コリメータレンズ4a～4c、拡散板5a～5cを透過したアライメント用光束は、光路折り曲げ部2a～2cによって折り曲げられた後、ウエハWの複数のエッジ部e1～e3を照射する。ウエハWの複数のエッジ部e1～e3を介し

た光束は、リレーレンズ系R1～R3を介して検出器3a～3cに供給され、検出器3a～3cはこの光束に基づいてエッジ部e1～e3を検出する。検出器3a～3cの撮像信号は主制御系CONTに出力され、主制御系CONTは複数のエッジ部e1～e3の位置情報に基づいて、回転上下部25の回転軸を基準として、ウエハWの中心の面内方向の位置ずれ量(ΔX , ΔY)、及びノッチを基準とした回転誤差 $\Delta\theta_z$ を算出する。主制御系CONTは、ロード系制御系RCにより、回転上下部25を介して $-\Delta\theta_z$ だけウエハロードアーム28を回転して待機させておく。また、ウエハWの面内方向の位置ずれ量(ΔX , ΔY)は、ウエハWの最終的なアライメントを行う際のオフセットとして考慮されているが、その代わりに、例えばウエハステージWSTをローディング位置に移動する際に、その位置ずれ量(ΔX , ΔY)分だけウエハステージWSTの位置をずらしてもよい。

【0065】このように、ウエハロードアーム28は θ_z 方向の位置決めを行うことができる。つまり、ウエハステージWSTにウエハWを載せるときはウエハロードアーム28を、回転上下部25を回転中心として θ_z 方向に回転させながらウエハWをウエハステージWSTに載せる。また、求めたX方向及びY方向のずれ量は、このずれ量をウエハステージWSTの位置のオフセットとしておき、露光処理するに際し、前記オフセットに基づいてウエハステージWSTの位置を調整する。

【0066】その後、図8(b)に示すように、回転軸46を回転して光路折り曲げ部支持部45をウエハWの下方位置から退避させることによって、プリアライメントが終了する。その後でウエハ交換が実行される。また、そのプリアライメントの実行中に、ウエハステージWST上では別のウエハW1に対する露光処理が並行して実行されている。

【0067】次に、図8(b)に示すように、ウエハホルダWHの中心(ウエハステージWSTの中心)がウエハWのローディング位置に合致するようにウエハステージWSTを移動する。本実施形態における「ローディング位置」とは、ウエハホルダWHの表面を含む平面とウエハロードアーム28の回転上下部25の中心線(回転軸)とが交差する点である。また、図8(b)に示すように、ウエハステージWSTがローディング位置まで移動する前に、予めウエハ搬送機構支持部42に沿ってウエハアンロードアーム38の中心がローディング位置の上方に達している。したがって、ウエハW1への露光処理が終わってウエハステージWSTをローディング位置まで移動することによって、ウエハW1はウエハアンロードアーム38に保持される。このときに、ウエハアンロードアーム38の上方にウエハロードアーム28が重なるように待機している。

【0068】そして、ウエハホルダWHの真空吸着をオフにし、ウエハアンロードアーム38の真空吸着をオン

にするとともに、ウエハアンロードアーム38をZ方向に所定量（ここでは、ウエハW1やウエハアンロードアーム38の吸着部がウエハステージWST、又はウエハホルダWHと機械的に干渉しない位置まで）上昇させる。これによって、ウエハホルダWHからウエハアンロードアーム38に露光処理済みのウエハW1が渡される。その後、図8（c）に示すように、ウエハアンロードアーム38をウエハ搬送機構支持部42に沿って-Y方向に退避させるとともに、ウエハロードアーム28を-Z方向に、ウエハアンロードアーム38と機械的に干渉しない位置まで降下させて待機させる。これは、ウエハアンロードアーム38の移動のタイミングがずれた場合の接触を避けるとともに、ウエハアンロードアーム38が退避した後でのウエハロードアーム28からウエハステージWSTまでの距離が短くなり、処理時間が短縮できるためである。

【0069】そして、図8（d）に示すように、ウエハロードアーム28をウエハステージWSTまで降下させ、ウエハホルダWHの真空吸着をオンにすることによって、ウエハロードアーム28からウエハホルダWHに未露光のウエハWが渡される。この動作と並行に、図8（d）において、ウエハアンロードアーム38は更に-Y方向に不図示のウエハ搬送ラインまで移動して、ウエハW1をそのウエハ搬送ラインに渡して戻って来る。

【0070】次に、図8（e）に示すように、ウエハステージWSTを移動してウエハロードアーム28をウエハWから離してから、ウエハロードアーム28を上昇させる。具体的には、ウエハロードアーム28を、ウエハ搬送アーム43が搬送して来るウエハを受け取ることができる位置、すなわち、ウエハの受け取り位置まで上昇させる。次いで、図8（f）に示すように、ウエハステージWSTを順次アライメント位置、ベースライン量計測位置、及び露光位置に移動して、ウエハWに対する最終的なアライメント（ファインアライメント）を行った後、露光処理を行う。これと並行して、次に露光されるウエハW2を載せたウエハ搬送アーム43の中心が、ウエハロードアーム28の中心まで移動した後、ウエハロードアーム28を上昇させることで、ウエハロードアーム28にウエハW2が受け渡される。この際に、ウエハアンロードアーム38は図8（a）に示すように、ウエハのアンロード位置に待機する。その後、上記の動作を繰り返すことによって次のウエハへの露光処理が行われる。

【0071】以上説明したように、ウエハWの下方位置に光路折り曲げ部2a～2cを設けたことにより、光源1a～1c（照明装置S1～S3）や検出器3a～3cなど各装置を、ウエハWの上方位置に全て配置した状態でプリアライメント動作を行うことができ、簡易な構成で省スペース化を実現することができる。さらに駆動部46の軽量化も図ることができる。そして、プリアライ

メント系PASを簡易な構成とすることにより、装置のコストの低減効果を期待することができる。加えて、プリアライメント系PASの構成を簡略化したことにより、露光装置EX内のガスの流れをあまり阻害することなく、非常に高精度な温空調制御を必要とするウエハステージWSTまわりの諸性能に悪影響を及ぼすことを回避することができる。

【0072】光路折り曲げ部2a～2cをウエハWの下方位置に配置し、アライメント用光束をウエハWの下方側からエッジ部e1～e3に照射するようにしたことにより、ウエハWの表面（露光処理面）側にはアライメント用光束が直接照明されない。すなわち、アライメント用光束は、ウエハWのレジストが感光しない波長帯域に設定されているが、アライメント用光束をウエハWの表面側から照射すると、散乱光などの漏れた光によってレジストに対して少なからず悪影響を及ぼす場合もある。しかしながら、光路折り曲げ部2a～2cをウエハWの下方に配置し、ウエハWの露光処理面とは反対側からエッジ部e1～e3にアライメント用光束を透過照明するようにしたことにより、アライメント用光束がレジストへ悪影響を及ぼすおそれを低減することができる。

【0073】また、光路折り曲げ部であるプリズム2は複数の反射面r1～r3を有しているので、プリズム2自体の高さ方向のサイズを抑えることができ、さらに、全反射面r2を設けることによって、高さ方向のサイズをさらに抑えることができる。したがって、装置全体の省スペース化を実現することができる。なお、全反射面r2の材質に応じた臨界角で光束が入射するように、その光路上流側の反射面r1の配置を設定しておく。また、光路折り曲げ部2a～2cを設けたことにより、光源1a～1c（照明装置S1～S3）から光路折り曲げ部2a～2cへ光束を照射する際、この光束をウエハWから離れた位置に通過させることができる。したがって、アライメント用光束がレジストに悪影響を及ぼすような波長に設定されている際には、その悪影響を抑えることができる。

【0074】そして、従来では、ウエハホルダ内に突設自在に設けられていたウエハ上下ピンの上下動の動作を、ウエハロードアーム28、及びウエハアンロードアーム38の昇降動作で代替したことにより、ウエハホルダWH側にはウエハ上下ピンを設ける必要がなくなっている。したがって、ウエハホルダWH上におけるウエハWの平面度を良好に維持することができる。また、ウエハステージWSTの構成を簡素化・小型化できることになり、ウエハステージWSTを駆動するためのリニアモータ等の駆動モータの出力を大きくすることなく、ひいては発熱量を増大させることなく、ウエハステージWSTのステップ移動速度、及び走査速度を容易に向上させるため、露光工程のスループットが向上する。さらに、プリアライメント動作は露光ステージ上では行わないの

で、スルーブット低下を回避することができる。

【0075】拡散板5a～5cを設けたことにより、結像に必要な拡がりを持った開口数NAを有する光束を形成することができる。つまり、例えば、簡易的な光源

(LED等)を用いた場合などは、エッジ部e1～e3の像を結像させるのに十分な開口数NAを有する光束を形成することが困難であるが、拡散板(拡散部)5a～5cを設けたことにより、結像に必要な開口数NAを持ったアライメント用光束を生成することができる。なお、光源1a～1cが、結像に必要な開口数NAを有する光束を射出可能な程度に十分に大きければ、拡散板5a～5cは設けなくてもよい。

【0076】上記実施形態においては、ウエハWのノッチが-Y方向を向くように位置決めすべきタイプのウエハWに対するプリアライメントを行うものである。そして、照明装置S1～S3及び光路折り曲げ部2a～2bはウエハWの外周部に対応しており、図6において、照明装置S2から射出された光束を折り曲げる光路折り曲げ部2bは、ウエハWの中心から-Y方向の位置に配置されている。また、照明装置S1及び光路折り曲げ部2aは照明装置S2及び光路折り曲げ部2bを基準として-X側に設けられており、照明装置S3及び光路折り曲げ部2cは+X側に設けられている。このように、上記実施形態においては、エッジ部e1～e3の検出点を3つとし、照明装置S、光路折り曲げ部2、検出器3を有する検出装置を、これら3つのエッジ部e1～e3に対応して3つ設けた構成としているが、検出装置を6つなど複数設け、ある3つの検出点に基づいてウエハWの方向を90°反転可能とすることができる。このような技術は、本出願人による特開平10-64979号公報に開示されている。

【0077】次に、本発明のプリアライメント系(基板位置検出装置、アライメント装置)の他の実施形態について、図9～図16を用いて説明する。ここで、図9～図16は、アライメント用光束が照射されるウエハWのエッジ部e近傍を側方から見た断面図であり、上述した実施形態と同一あるいは同等の構成部分については、説明を簡略もしくは省略する。

【0078】図9に示すプリアライメント系は、アライメント用光束を射出する光源1と、光源1からの光束が入射されるコリメータレンズ4と、コリメータレンズ4の光路下流側に配置され、コリメータレンズ4を通過した光束を透過させることによってこの光束を拡散する拡散板5と、拡散板5からの光束が入射され、ウエハWの下方位置に配置されているプリズム2とを備えている。このプリズム2は、反射面である第1面r1、第2面r2、第3面r3を有しており、第2面r2は所定の臨界角を有する全反射面となっている。第1面r1と第2面r2とは角度h1を成しており、第2面r2と第3面r3とは角度h2を成している。そして、 $h1 < h2$ の関

係が成り立っている。図9に示すように、光源1からの光束はプリズム2に対して傾斜方向から入射するようになり、面r1、r2、r3を反射した光束は、ウエハWのエッジ部eを下方から照射するようになっている。このように、プリズム2の各反射面r1、r2、r3を所定の角度に設定することにより、プリズム2に対して傾斜方向からアライメント用光束を照射しても、ウエハWのエッジ部eを下方からケーラー照明することができる。

【0079】このように、アライメント用光束をプリズム2に対して傾斜方向から入射するようにしたので、照明装置S側の光束は検出器3及びリレーレンズ系Rから更に離れた位置を通過することができる。したがって、例えば照明装置S側の光束から散乱光が生じて、照明装置S側からの散乱光が検出器3に検出されるおそれが低減されるので、精度良いウエハWの位置検出を行うことができる。さらに、光源1からの光束をプリズム2に対して傾斜方向から入射させることに伴って、アライメント用光束の光軸に対して垂直に配置されるべき拡散板5も、プリズム2に対して傾斜して配置されることになる。したがって、例えば、光源1からの光束が拡散板5に拡散された際、この拡散光が検出器3に直接検出されてしまつて精度良い検出が行えなくなるおそれがあるが、拡散板5が傾斜して配置されるので、拡散板5は自然と検出器3から離れたところに配置されるとともに、拡散板5からの拡散光が検出器3に直接達する可能性が低減される。このように、拡散板5を傾斜して配置するとともに、光源1からの光束をプリズム2に対して傾斜方向から照射するようにしたことにより、光源1側の散乱光が検出器3及びリレーレンズ系Rに悪影響を及ぼすようなことがない。言い換えれば、検出器3及びリレーレンズ系Rに拡散板5を含む照明装置Sからの散乱光が入射しないように、拡散板5の設置位置や角度を設定し、この設置位置や角度に応じて光源1からの光束の照射角度や、プリズム2の設置位置及び各反射面r1～r3の角度を設定する。そして、具体的には、拡散板5からの散乱光が、リレーレンズ系Rの開口絞り8(8a～8c)より外側を通過するように設定する。そして、アライメント用光束をプリズム2に対して傾斜方向から入射するようにしたので、図7に示した実施形態よりも高さ方向(Z方向)の省スペース化を達成できる。

【0080】図10は、プリズム2での反射回数を増やした例である。すなわち、本実施形態では、プリズム2のうち、第1面r1と第2面r2との成す角度、及び第3面r3と第2面r2との成す角度が図7で示した例より小さく設定されており、光源1からの光束は第1面r1で反射した後、第2面r2で反射し、次いで第2面r2と対向する第4面r4で反射し、第4面r4で反射した後、第2面r2で再び反射し、第2面r2で反射した後、第3面r3で反射し、ウエハWのエッジ部eを照射

するようになっている。このように、プリズム2による光束の反射回数を任意に設定することができる。そして、プリズム2による反射回数を多くすることにより、照明装置Sと検出器3及びリレーレンズ系Rとの距離が長くなるので、照明装置Sに設けられた拡散部5からの散乱光が検出器3及びリレーレンズ系R側に達するおそれが低減され、精度良い検出を行うことができる。また、第1面r1と第2面r2との成す角度及び第3面r3と第2面r2との成す角度を小さくして反射回数を多くすることにより、プリズム2の高さ方向のサイズを更に抑えることができ、装置全体の省スペース化を実現することができる。

【0081】図11に示すように、拡散部5を、例えばプリズム2内部に設けることも可能である。この拡散部5は、第1プリズム2Aの射出面（あるいは第2プリズム2Bの入射面）に配置され、光束を透過可能な透過型拡散面である。このように、拡散部5を光源1近傍ではなく、ウエハWのエッジ部eにより近いところに設けることにより、拡散部5の大きさ（面積）を小さく設定することができる。したがって、省スペース化を実現することができる。なお、拡散部5を第2プリズム2Bの射出面に配置する構成とすることも可能である。

【0082】光路折り曲げ部2としては、上記各実施形態のようなプリズムに限らず、図12に示すように、平板ガラスからなる偏向ミラーを複数（2枚）組み合わせた構成とすることももちろん可能である。この場合、図12のように、拡散部5を光源1近傍に配置する構成の他に、図13に示すように、2枚の偏向ミラーの間の光路上に透過型の拡散部5を配置する構成とすることも可能である。さらに、光路折り曲げ部2としての偏向ミラーは複数枚に限らず、図14に示すように、1枚の偏向ミラーによって光路折り曲げ部2を構成することも可能である。なお、偏向ミラーを2枚以上の複数枚設けて、少なくとも2面の反射面を有するように構成することよりも、偏向ミラーを寝かせて（図14に示す角度h1を小さくして）配置できるので、光路折り曲げ部2のZ方向の省スペース化を実現することができる。さらに、図15に示すように、偏向ミラーの代わりに、光束を反射可能な反射型の拡散部5を光路上に設け、この拡散部5によって光路を折り曲げるとともに、拡散するようにしてもよい。

【0083】上記各実施形態では、アライメント用光束に所定の開口数NAを持たせるために光路上に拡散部5を設けたものであるが、拡散部5を設けずに、図16に示すように、レンズ系によってウエハWのエッジ部eに向かう光束に所定の開口数NAを持たせることができる。つまり、図16に示すように、プリアライメント系は、アライメント用光束を射出する光源1と、この光源1の光路下流側に配置されたリレーレンズ55と、リレーレンズ55の光路下流側に配置されたコリメータレン

ズ4と、コリメータレンズ4からの光束が入射され、ウエハWの下方位置に配置されているプリズム2とを備えている。ここで、リレーレンズ55は拡大倍率を有し、拡大倍率のもとでリレーレンズ55とコリメータレンズ4との間に光源像を形成する。コリメータレンズ4には拡大された光源像からの光束が入射し、コリメータレンズ4を透過した光束はプリズム2を介してウエハWのエッジ部eを照明する。ここで、コリメータレンズ4の前側焦点位置は光源像とほぼ一致しており、ウエハWのエッジ部はケーラー照明される。このように、本実施形態では、ウエハWのエッジ部に向かう光束に所定の開口数NAを持たせるために、拡散部5ではなく、リレーレンズ系55で光源像を実際に拡大している。なお、本実施形態においても、光路上に拡散部5を設け、リレーレンズ系55と拡散部5との双方を用いて光束に開口数NAを持たせるようにしてもよい。

【0084】なお、上記各実施形態において、ウエハロードアーム28や照明装置S1～S3、光路折り曲げ部2a～2c、検出器3a～3cなどの各装置はそれぞれ直径が12インチ（約300mm）のウエハ（12インチウエハ）用の装置であり、例えば直径が8インチ（約200mm）のウエハ（8インチウエハ）を露光する場合にはそれに合わせた別のウエハロードアームや各装置が使用される。同様に、ウエハホルダWHも12インチウエハ用であり、8インチウエハの露光時には別の小型のウエハホルダが使用される。なお、例えばウエハホルダWHを複数の大きさのウエハに対して共通に使用できるようにしてもよい。

【0085】なお、上記各実施形態のプリアライメント系PAS及び露光装置EXとして、レチクルRとウエハWとを同期移動してレチクルRのパターンを露光する走査型の露光装置にも適用するばかりでなく、レチクルRとウエハWとを静止した状態でレチクルRのパターンを露光し、ウエハWを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート型の露光装置にも適用することができる。

【0086】なお、上記各実施形態の露光装置EXとして、投影光学系PLを用いることなくレチクルRとウエハWとを密接させてレチクルRのパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用することができる。

【0087】露光装置EXの用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも広く適用できる。

【0088】投影光学系PLの倍率は縮小系のみならず等倍及び拡大系のいずれでもよい。

【0089】投影光学系PLとしては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や螢石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F₂レーザやX線

を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にする。

【0090】ウエハステージWSTやレチクルステージRSTにリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンس力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもいい。また、ステージは、ガイドに沿って移動するタイプでもいいし、ガイドを設けないガイドレスタイプでもよい。

【0091】ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合、磁石ユニット（永久磁石）と電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側（ベース）に設ければよい。

【0092】ウエハステージWSTの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

【0093】レチクルステージRSTの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

【0094】以上のように、本願実施形態の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0095】半導体デバイスは、図17に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板（ウエハ、ガラスプレート）を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに露光するウエハ処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経

て製造される。

【0096】

【発明の効果】本発明のアライメント装置及びアライメント方法、露光装置は以下のような効果を有するものである。本発明のアライメント装置及びアライメント方法によれば、基板を挟んで、アライメント用光束を射出する照明部と対向する位置に光路折り曲げ部を設けたことにより、照明部からの照明光を光路折り曲げ部に向かって照射し、この光路折り曲げ部からの光束を基板の複数のエッジ部に照射し、このエッジ部を介した光束に基づいて複数のエッジ部の位置情報を検出部によって検出することにより、プリアライメント動作を行うことができる。そして、光路折り曲げ部を、基板を挟んで照明部と対向する位置に配置したことにより、照明部と検出部とを双方とも基板に対して同じ側に、つまり基板の上方位置に配置することができる。したがって、簡易な構成で省スペース化を実現することができる。また、アライメント動作を露光ステージ上では行わないので、スループット低下を回避することができる。

【0097】本発明の露光装置によれば、感光性基板を挟んで、アライメント用光束を射出する照明部と対向する位置に光路折り曲げ部を設けたことにより、照明部からの照明光を光路折り曲げ部に向かって照射し、この光路折り曲げ部からの光束を感光性基板の複数のエッジ部に照射し、このエッジ部を介した光束に基づいて複数のエッジ部の位置情報を検出部によって検出することにより、感光性基板の位置検出及び位置決め動作を行うことができる。そして、光路折り曲げ部を、感光性基板を挟んで照明部と対向する位置に配置したことにより、照明部と検出部とを双方とも基板の上方位置に配置することができるので、簡易な構成で省スペース化を実現することができる。また、アライメント動作を露光ステージ上では行わないので、スループット低下を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアライメント装置を備えた露光装置を示す構成図である。

【図2】ウエハステージに設けられた計測系を示す平面図である。

【図3】ウエハローダ系を示す構成図である。

【図4】本発明のアライメント装置を示す上方から見た構成図である。

【図5】本発明のアライメント装置を示す構成図である。

【図6】本発明のアライメント装置を示す斜視図である。

【図7】本発明のアライメント装置の一実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図8】プリアライメント動作を説明するための図である。

【図 9】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 10】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 11】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 12】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 13】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 14】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 15】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

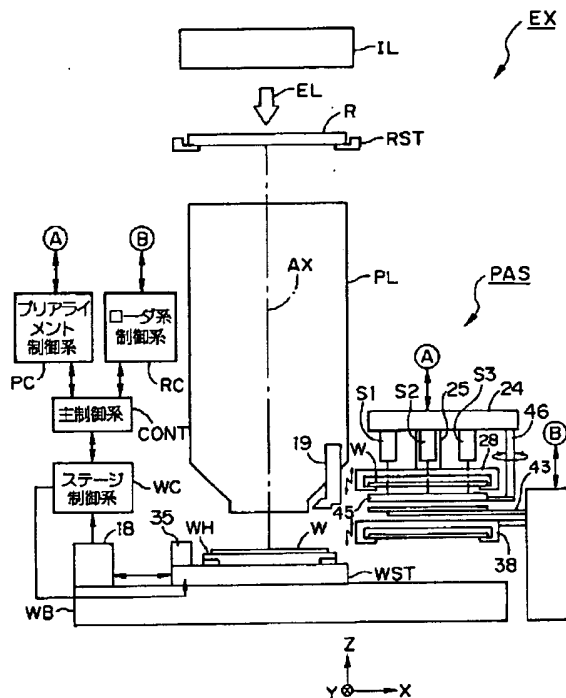
【図 16】本発明のアライメント装置の他の実施形態を示すウエハのエッジ部近傍の側方断面図である。

【図 17】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

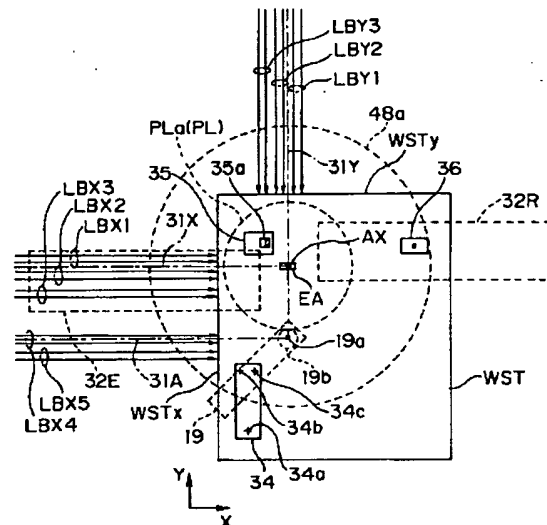
【符号の説明】

- 1 (1a~1c) 光源 (照明部)
- 2 (2a~2c) プリズム (光路折り曲げ部)
- 3 (3a~3c) 検出器 (検出部)
- 5 (5a~5c) 拡散板 (拡散部、拡散面)
- 28 ウエハロードアーム (搬送アーム)
- 45 光路折り曲げ部支持部
- CONT 主制御系 (検出部)
- e (e1~e3) エッジ部
- PAS プリアライメント系 (アライメント装置、基板位置検出装置)
- PC プリアライメント制御系 (検出部)
- PL 投影光学系
- R (R1~R3) リレーレンズ系
- S (S1~S3) 照明装置 (照明部)
- W ウエハ (基板、感光性基板)

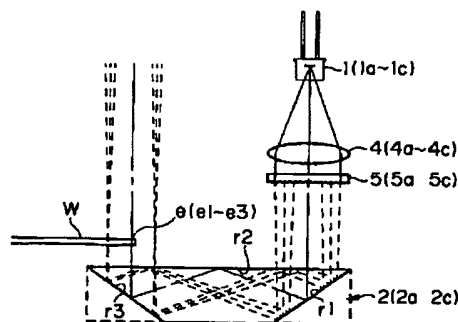
【図 1】



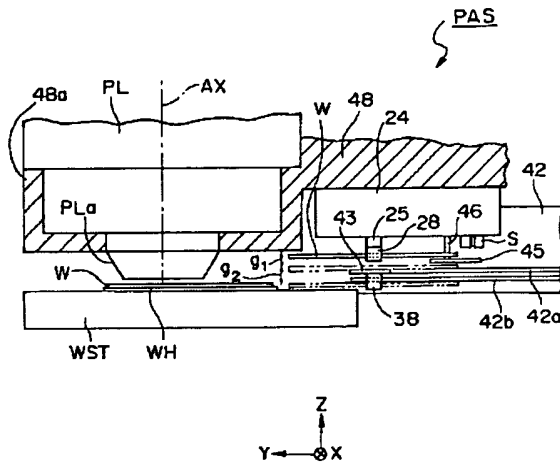
【図 2】



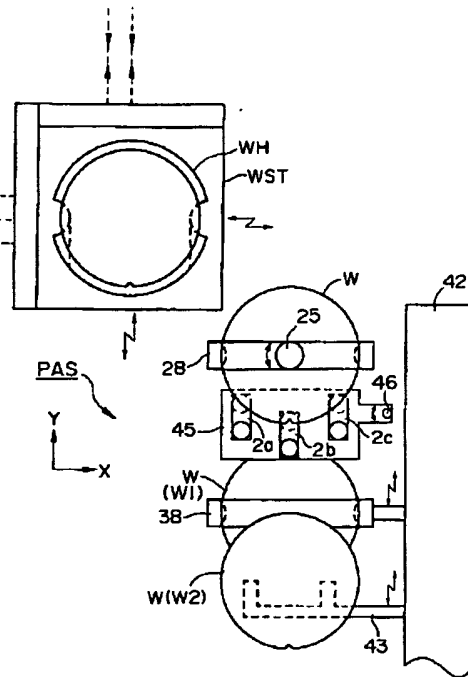
【図 7】



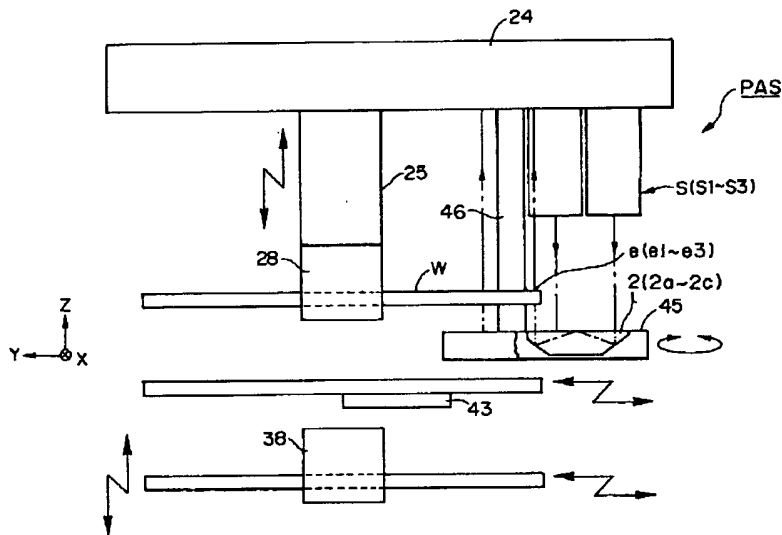
【図 3】



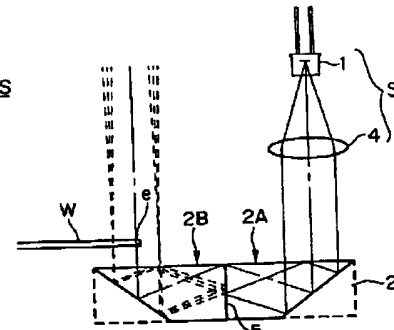
【図4】



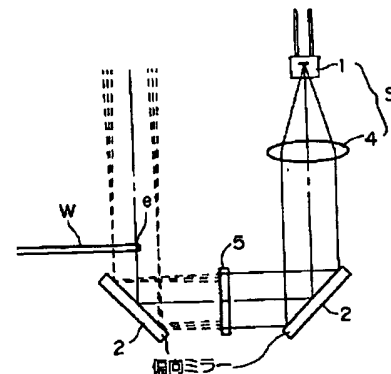
【図 5】



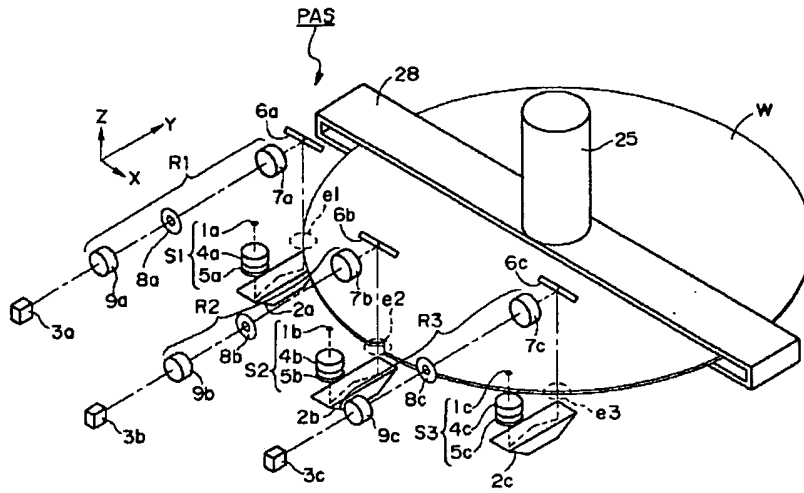
【図 1 1】



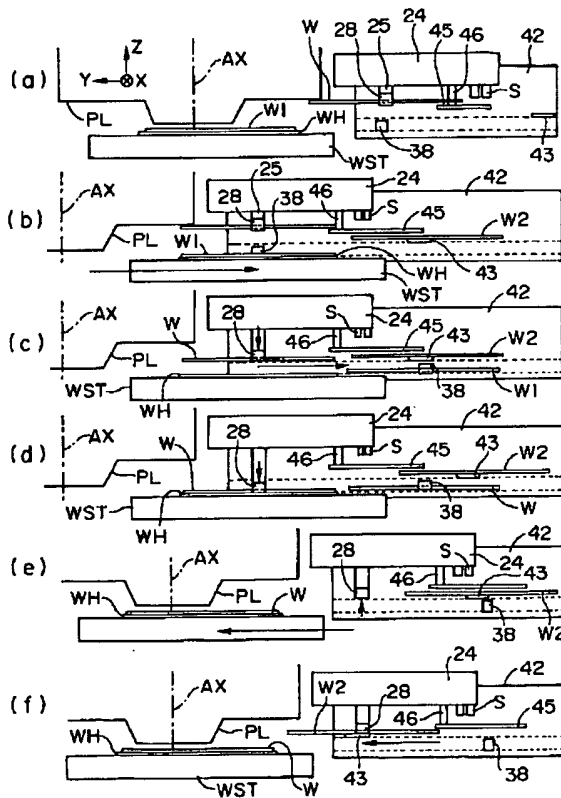
【图 13】



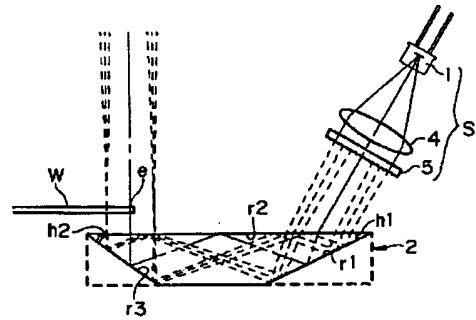
【図6】



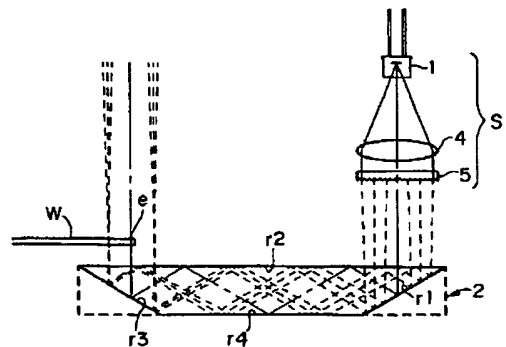
【図8】



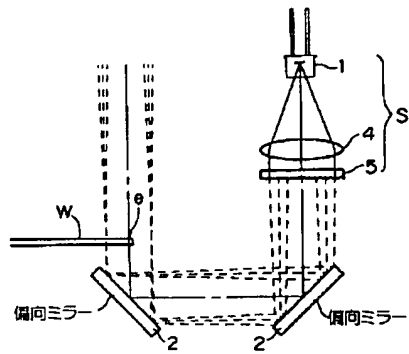
【図9】



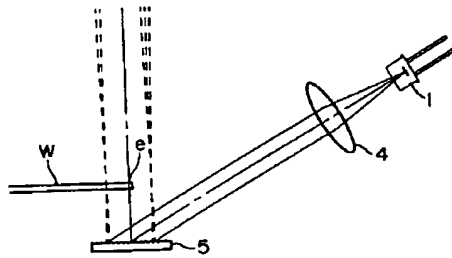
【図10】



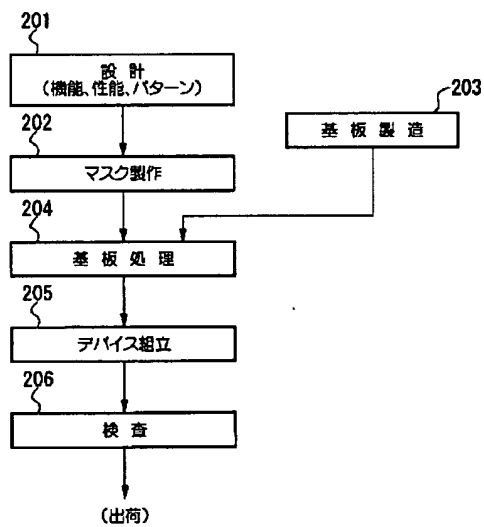
【図12】



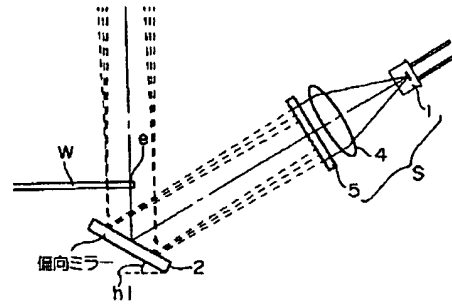
【図15】



【図17】



【図14】



【図16】

